

## **COMPORTAMIENTO ENERGETICO DE TIPOLOGIAS BARRIALES EN SAN JUAN-ARGENTINA <sup>(\*)</sup>**

**I. Blasco Lucas<sup>1</sup>, O. Albarracín, C. Carestia**

Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat (IRPha) – Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño (FAUD)  
Universidad Nacional de San Juan (UNSJ) – Av. Ignacio de La Roza y Meglioli – 5400 San Juan – Argentina  
Tel.: +54(0)264 423 2395 / 3259 – Fax: .: +54(0)264 423 5397 – E-mail: iblasco@farqui.unsj.edu.ar  
Internet: <http://www.unsj.edu.ar/arquitect/FAUD.htm>

### **RESUMEN**

La investigación consiste en realizar una cuantificación comparativa del comportamiento térmico de viviendas habitadas, las cuales corresponden a cinco tipologías económicas y de nivel medio de construcción masiva en sus versiones para dos y tres dormitorios de diferentes barrios suburbanos de la ciudad de San Juan, Argentina. El trabajo permite obtener índices de consumos energéticos anuales por unidad de superficie, bajo condiciones homogéneas en lo relativo a niveles mínimos de confort higrotérmico. Además analiza la evolución temporal de temperaturas y humedad relativa en las viviendas con y sin acondicionamiento térmico auxiliar para días típicos de invierno y de verano. Las conclusiones determinan el grado de déficit de las tipologías analizadas comparando con estándares internacionales y una estimación global del impacto que producen en el consumo energético sectorial anual.

### **PALABRAS CLAVES**

Performance térmica, consumo energético, tipologías suburbanas.

### **INTRODUCCION**

La ciudad de San Juan está localizada en una zona árido-sísmica. Esta característica ha sido la rectora de los controles de construcción en la región, luego de haber sufrido el efecto de sismos destructivos, propiciando un descuido de la calidad de edificación en cuanto a condiciones de confort higrotérmico. Las consecuencias de esta política se traducen en altos grados de discomfort y problemas de salud en los moradores que no cuentan con ingresos suficientes para paliar esta situación, o en altos costos de operación y mantenimiento de equipamiento convencional en aquellos que se lo pueden permitir, aumentando innecesariamente los consumos energéticos destinados al sector residencial, como también la polución ambiental. El desconocimiento del grado de incidencia de este descuido, alienta la realización de la presente investigación, a los efectos de iniciar la conformación de un banco de datos relativos a la temática (Givoni, 1984; Lopez Asiaín, 1997; Evans y de Schiller, 1991).

### **METODOLOGIA**

En base a análisis previos de datos estadísticos y de encuestas realizadas, se define una familia tipo de cinco miembros, con un patrón de comportamiento estándar que se utiliza para todos los casos, con el fin de obtener una base homogénea de comparación. Los datos climáticos se obtienen de mediciones horarias locales para un año elegido al azar, realizadas por el Area de Arquitectura Ambiental de la FAUD.

Para el análisis térmico, cada vivienda se divide en dos zonas según funciones diferenciadas (dormir y estar) y se estudian dos orientaciones principales (N-S y E-O). Las condiciones mínimas de confort se fijan según rangos usuales para la región, los que resultan bastante más permisivos que los establecidos internacionalmente.

Las superficies se diferencian en los muros del interior de la vivienda y de la envolvente según el tipo de materiales utilizado en cada tipología. El software utilizado para el cálculo térmico es el QUICK (Mathews et al., 1992; Mathews et al., 1990), que realiza un análisis de temperaturas, humedad relativa y de cargas para cada zona y luego las combina. El cálculo estacionario de cargas se lleva a cabo sobre la base de los consumos de un equipo de acondicionamiento térmico con control de temperatura y humedad. Los consumos de energía por unidad de superficie de cada tipología analizado se comparan con tres estándares internacionales, a los efectos de obtener una valoración relativa de los mismos. Los estándares de referencia son: Edificio moderno (MB) con 150 kWh/m<sup>2</sup> año, Edificio de bajo consumo (LEB) con 50 kWh/m<sup>2</sup> año, correspondiente al estándar 2010 para edificios europeos y Edificio de consumo super-bajo (SLEB) con 25 kWh/m<sup>2</sup> año.

---

<sup>1</sup> Miembro de ASADES.

La estimación global del impacto que las tipologías considerados producen en el consumo energético sectorial anual se realiza multiplicando la diferencia de los índices de cada una respecto a los de referencia, por la cantidad total de viviendas de los barrios y la superficie construida de las mismas (Rosenfeld et al., 1989; Rosenfeld et al., 1999).

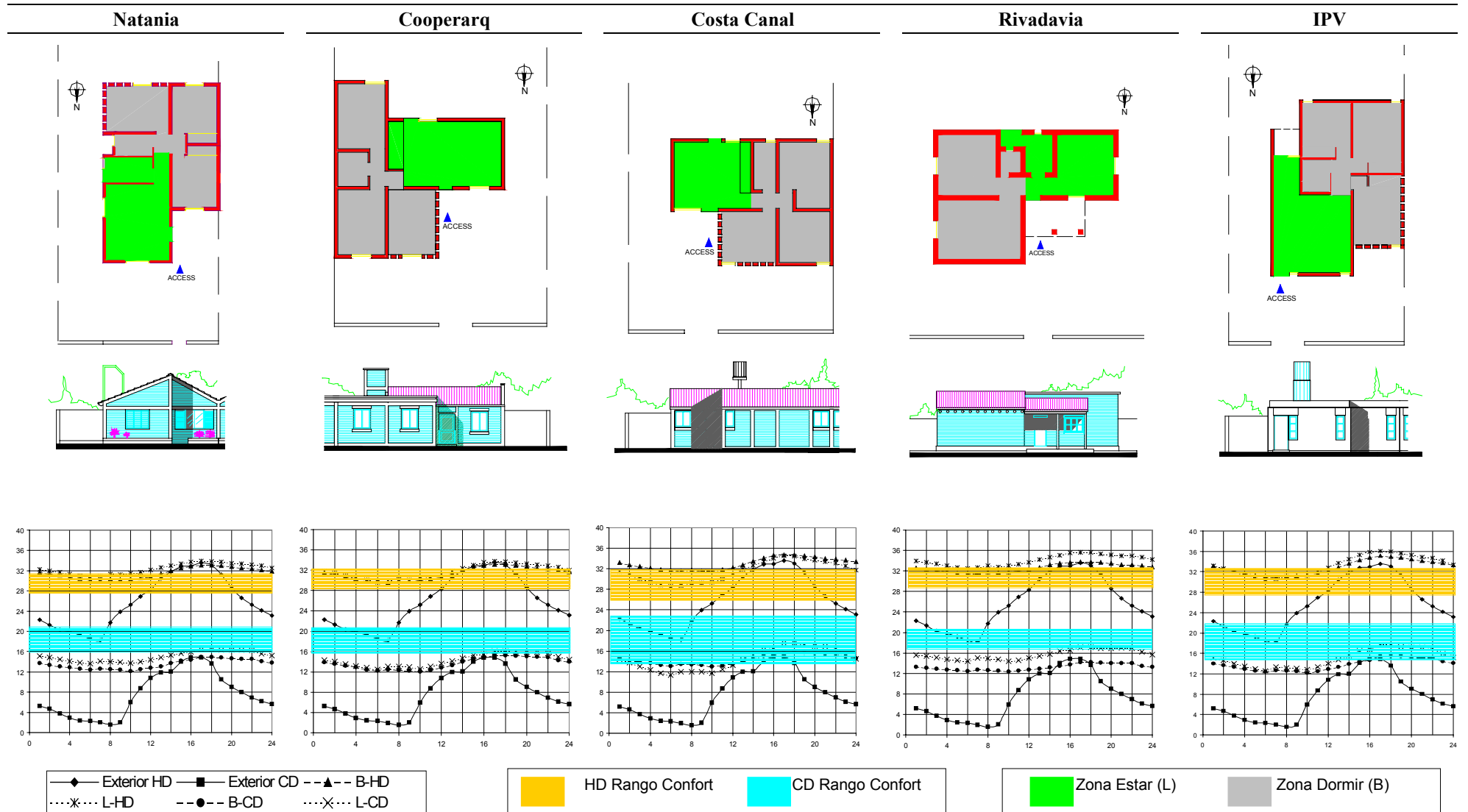
## CASO DE ESTUDIO

Se analizan cinco tipologías barriales en sus variantes de dos (2D) y tres dormitorios (3D), que se construyen en los suburbios de la ciudad de San Juan, Argentina. Los mismos corresponden a viviendas económicas y de nivel medio y suman un total de 5044 unidades que involucran a 25.000 habitantes aproximadamente. Además se realizan los cálculos para los casos con fachadas orientadas al Norte (N-S) y al Este (E-O). Las características de los materiales utilizados en las mismas se resumen en la Tabla 1. La Fig. 1 muestra una planta y una fachada de las tipologías estudiadas.

TIPO	MATERIAL	Espesor	Resistencia Térmica	Retardo	Amortiguación	Natania	Cooper-arq	Costa Canal	Riva-davia	IPV
		[m]	[m <sup>2</sup> °C/Wh]	[h]	[-]					
MUROS EXTERIORES	Revoque	0.0100	0.0067	0.25	0.94					
	Ladrillo	0.2000	0.2751	6.86	0.17					
	Revoque	0.0200	0.0133	0.50	0.88					
2D [m <sup>2</sup> ]						91.42	112.12	86.80	103.74	91.57
3D [m <sup>2</sup> ]						106.78	106.78	90.02		92.58
TECHOS HORIZONTALES	Carpeta	0.0200	0.0133	0.50	0.88					
	Bitumen	0.0030	0.0188	0.16	0.96					
	Vermiculita	0.0100	0.1538	2.68	0.50					
	Vermiculita	0.0050	0.0769	1.34	0.70					
	Hormigón	0.1250	0.1316	3.88	0.36					
	Yeso	0.0150	0.0882	0.86	0.80					
2D [m <sup>2</sup> ]						13.22	41.60			56.42
3D [m <sup>2</sup> ]						13.40	57.60			69.26
TECHOS INCLINADOS	Teja	0.0150	0.0179	0.50	0.88					
	Carpeta	0.0200	0.0133	0.50	0.88					
	Poliestireno Exp.	0.0250	0.7576	0.59	0.86					
	Poliestireno Exp.	0.0200	0.5714	0.21	0.95					
	Tierra	0.1500	0.1765	5.62	0.23					
	Bitumen	0.0030	0.0188	0.16	0.96					
	Hormigón	0.1000	0.1053	3.10	0.44					
	Madera de Pino	0.0125	0.0833	0.71	0.83					
	Yeso	0.0150	0.0882	0.86	0.80					
2D [m <sup>2</sup> ]						49.49	28.98	52.48	52.48	
3D [m <sup>2</sup> ]						61.23	28.98	62.40	62.40	
PISOS	Cerámico	0.0150	0.0179	0.50	0.88					
	Tierra	0.2000	0.2353	7.49	0.14					
	Hormigón Por.	0.1000	0.0667	2.49	0.52					
2D [m <sup>2</sup> ]						60.60	70.58	52.48	54.96	56.42
3D [m <sup>2</sup> ]						74.63	86.58	62.40		69.26
VENT.	Vidrio	0.0030	0.0040	0.10	0.97					
2D [m <sup>2</sup> ]						6.80	8.16	6.96	6.60	4.11
3D [m <sup>2</sup> ]						8.12	10.20	7.80		4.96

Tabla 1. Características de los materiales utilizados en las viviendas.

Fig.1. Plantas de tipologías 2D y 3D y fachada de 3D. Comportamiento térmico para día cálido (HD) y día frío (CD) de los prototipos 2D N-S.



## RESULTADOS

La Fig. 1 muestra la evolución temporal de temperaturas sin sistemas de acondicionamiento auxiliar, para días tipo de invierno y de verano, de las tipologías 2D. En las mismas se resalta las franjas de confort mínimo alcanzadas con acondicionamiento térmico auxiliar. La Humedad Relativa para estos casos en verano permanece en un rango comprendido entre 30% y 50% y en invierno entre 20% y 60%, resultando en general muy baja.

Los resultados de consumo de energía indican el necesario para alcanzar estas condiciones mínimas de confort. La mayor necesidad de acondicionamiento térmico se produce en verano, ya que el consumo energético de invierno varía entre un 5% y 25% respecto al de verano. El comportamiento térmico de las tipologías 3D es muy similar a los de 2D.

La Tabla 2 resume el consumo total anual de cada tipología y los valores obtenidos comparándolos respecto a los tres estándares internacionales adoptados.

Tabla 2. Consumo anual por tipología y comparaciones con estándares internacionales.

TIPOL.	Consumo [MWh / año]				MB (150 kWh / m2)				LEB (50 kWh / m2)				SLEB (25 kWh / m2)			
	2D		3D		2D		3D		2D		3D		2D		3D	
	N-S	E-O	N-S	E-O	N-S	E-O	N-S	E-O	N-S	E-O	N-S	E-O	N-S	E-O	N-S	E-O
Nat.	23.22	22.69	26.50	26.71	2.55	2.50	2.40	2.42	7.66	7.49	7.20	7.26	15.33	14.98	14.41	14.52
Coop.	24.78	27.52	27.86	31.36	2.34	2.60	2.15	2.41	7.02	7.80	6.44	7.24	14.04	15.60	12.87	14.49
C.C.	31.36	22.59	25.47	23.62	2.41	2.87	3.24	2.52	7.24	8.61	9.71	7.57	14.49	17.22	19.41	15.14
Riv.	23.62	23.14			2.87	2.81			8.60	8.42			17.19	16.84		
IPV	22.25	22.88	24.24	24.62	2.63	2.70	2.33	2.37	7.89	8.11	7.00	7.11	15.77	16.22	14.00	14.22

## CONCLUSIONES

Todos las tipologías acusan consumos mayores al doble que el más alto de los estándares de referencia. Costa Canal muestra el peor comportamiento térmico, Natania intermedio y Cooperarq e IPV los mejores, sin embargo las diferencias entre los mismos son leves.

Tabla 2. Consumo anual por barrio y sobreconsumos comparados con el estándar MB.

BARRIO	Consumo [MWh / año]					Sobreconsumo [MWh / año]				
	2D		3D		Total	2D		3D		Total
	N-S	E-O	N-S	E-O		N-S	E-O	N-S	E-O	
Nat.	11610.96	9077.88	11925.62	6677.95	39292.41	7065.96	5441.88	6959.65	3919.07	23386.56
Coop.	297.31	220.18	220.18	156.81	925.07	170.26	135.48	133.89	91.87	531.51
C.C.	156.81	2710.93	2037.27	1181.17	6086.18	91.87	1766.29	1407.51	713.17	3978.51
Riv.	2834.29	1851.05			4685.34	1845.01	1191.53			3036.54
IPV	26694.33	18307.16	15753.05	8615.17	69370.28	16538.73	11536.76	9000.20	4979.59	42055.28
Total	41593.69	32167.20	299066.72	16631.66	120359.27	25711.83	20071.94	17501.25	9703.70	72988.73

El grado de incidencia que las decisiones proyectuales adoptadas en las tipologías estudiados tienen en los consumos energéticos sectoriales se puede observar en la Tabla 3. El sobreconsumo se obtiene mediante la diferencia del consumo de cada tipología con el mayor valor de referencia (MB) multiplicado por la cantidad de unidades del barrio. Considerando un costo variable equivalente de \$/kWh 0.027 (unificando tarifas de electricidad y gas en forma proporcional) el monto total asciende aproximadamente a los dos millones de dólares anuales, para las 5044 viviendas.

Para cada usuario representa una suma de alrededor de los U\$S/año 400, la que en muchos casos corresponde a un salario mensual, que es desperdiciado por descuidos en la construcción de sus viviendas. Estos alarmantes valores se obtienen suponiendo aún una baja calidad de vida de los habitantes, la mayoría de los cuales cuentan con ingresos escasos. Es urgente la necesidad de tomar serias medidas regulatorias en el tema, ya que esto afecta los intereses de la comunidad en general y de cada usuario en particular.

## REFERENCIAS

- Givoni B. (1984). *Man, Climate and Architecture*. Applied Science Publishers, Londres.
- Lopez Asiain J. (1977). *Vivienda Social Bioclimática*. Ed. Arquitectura, Sevilla.
- Evans M. y de Schiller S. (1991). *Diseño Bioambiental y Arquitectura Solar*. Ediciones Previas N° 9, Bs. As.
- Mathews E. y Kruger W. (1990). Thermal Norms to Ensure Low Energy Architecture: A New Approach. *Proceedings of the World Renewable Energy Congress, Part 4*, pp. 2643-2647. Reading.
- Mathews E., Grobler L., Holm D., Kleingeld M., Kruger W., Lombard C., Mouton A. Richards P., Rousseau P., Shuttleworth A. y van der Watt A. (1992). QUICK software. A & E Compuserv, Pretoria.
- Rosenfeld E., Discoli C., Dubrovsky H., Czajkowsky J., San Juan G., Ferreyro C., Rosenfeld Y., Gómez A., Gentile C., Martini I., Hoses S. y Pinedo A. (1989). Potencial de Conservación de Energía en el Parque de Viviendas en la Región del Area Metropolitana de Buenos Aires. *Actas del VI Congreso Latinoamericano y III Iberoamericano de Energía Solar*, pp E 87-92. Cartagena, Colombia.
- Rosenfeld E., Discoli C., Dubrovsky H., Czajkowsky J., San Juan G., Ferreyro C., Rosenfeld Y., Gómez A., Gentile C., Martini I., Hoses S. y Pinedo A. (1999). Eficiencia energética y URE en los sectores residencial-terciarios metropolitanos. Las aglomeraciones del Gran Buenos Aires y Gran La Plata. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol. 6, N° 1.

## ABSTRACT

The research work produces a contrasted quantification of the thermal performance of inhabited dwelling houses built in different neighborhoods of San Juan, Argentina. They correspond to five prototypes aimed to families with low and medium income levels, massive spread in their versions with two or three bedrooms. From all of them it can be obtained yearly energy consumption indexes per unit area, under homogeneous conditions respect to minimal thermal comfort levels and inhabitant behaviors. Besides, the evolution of their inner temperatures and relative humidity with and without auxiliary thermal conditioning is analyzed. Conclusions assess the deficit level of the studied prototypes contrasted to international standards and the global valuation of the impact on the sectorial annual energy consumption caused by them.

---

<sup>(\*)</sup> Especial reconocimiento a la Prof. Sonia Daverio, el estudiante Maximiliano Luján, la Arq. Marina de La Torre y al LAHV-CRICYT de Mendoza, Argentina por sus contribuciones en este paper.